

Code: 1035-68172
Ref: Boek 6 (USA)

JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT JOURNAL

KOKAI PATENT APPLICATION NO. HEI 4[1992]-74728

Int. Cl. ⁵ :	C 03 B 19/01 G 02 B 6/12
Sequence Nos. for Office Use:	6971-4G 7036-2K
Application No.:	Hei 2[1990]-182800
Application Date:	July 12, 1990
Publication Date:	March 10, 1992
No. of Claims: ..	2 (Total of 5 pages)
Examination Request:	Not requested

METHOD AND DEVICE FOR MANUFACTURING A FUSED SILICA
GLASS OPTICAL WAVEGUIDE

Inventors:	Masasumi Ito Yokohama Works, Sumitomo Electric Industries, Ltd. 1 Taya-cho, Totsuka-ku, Yokohama-shi
------------	---

Harehiko Aigawa
Yokohama Works,
Sumitomo Electric
Industries, Ltd.
1 Taya-cho, Totsuka-ku,
Yokohama-shi

Hiroo Kanamori
Yokohama Works,
Sumitomo Electric
Industries, Ltd.
1 Taya-cho, Totsuka-ku,
Yokohama-shi

Applicant:

Sumitomo Electric
Industries, Ltd.
4-5-33 Kitahama,
Chuo-ku, Osaka-shi,
Osaka-fu

Agent:

Yoshikazu Tani, patent
attorney

[There are no amendments to this patent.]

Claims

1. A manufacturing method for a fused silica glass optical waveguide characterized by the following facts:

in the manufacturing method for a fused silica glass optical waveguide, after direct deposition of fine glass particles, which are formed by loading glass feed material in an oxygen/hydrogen flame burner, on a substrate, the deposited film

is subjected to vitrification at a high temperature so as to form a fused silica glass film on the aforementioned substrate;

in this manufacturing method for a fused silica glass optical waveguide, the substrate with the aforementioned fine glass particles to be deposited on it is positioned above the aforementioned oxygen/hydrogen flame burner, with the depositing surface of the aforementioned substrate facing downward;

the aforementioned oxygen/hydrogen flame burner is arranged such that the flow of the spray of the burner forms an angle in the range of 0-85° with respect to the vertical direction.

2. A manufacturing device for a fused silica glass optical waveguide characterized by the following facts:

the device is for manufacturing a fused silica glass optical waveguide by means of high-temperature vitrification of a deposited film of fine glass particles on a substrate to form a fused silica glass film on the aforementioned substrate; this manufacturing device of fused silica glass optical waveguide has an oxygen/hydrogen flame burner for spraying fine glass particles formed from loaded glass feed material onto the depositing surface of the substrate, and a seed rod that supports the aforementioned substrate, and it is for directly depositing the aforementioned fine glass particles onto the substrate;

in this manufacturing device for a fused silica glass optical waveguide, the substrate with the aforementioned fine glass particles to be deposited on it is positioned above the aforementioned oxygen/hydrogen flame burner, with the depositing surface of the aforementioned substrate facing downward;

the aforementioned oxygen/hydrogen flame burner is arranged such that the flow direction of the spray of the burner forms an

angle in the range of 0-85° with respect to the vertical direction.

Detailed explanation of the invention

Industrial application field

This invention pertains to a method and a device for manufacturing a fused silica glass optical waveguide as an optical part of the plane waveguide type.

Prior art

It is well known that a fused silica glass optical waveguide, which can be formed on a fused silica glass substrate or silicon substrate, has excellent matching properties with fused silica glass optical fiber, and it has promise as a means of realizing the waveguide type optical parts for practical application.

Figure 5 is a diagram illustrating the process in the conventional manufacturing method for a fused silica glass optical waveguide. The process of this manufacturing method for a fused silica glass optical waveguide can be explained in steps in the following with reference to the figure.

(a) By means of the flame hydrolysis reaction of the glass forming feed gas mainly made of SiCl_4 , fine glass particle layer (2a) as buffer and fine glass particle layer (3a) as core are deposited in sequence on substrate (1).

(b) Then, said two fine glass particle layers (2a) and (3a) are heated to vitrification in an electric oven together with

substrate (1), forming a fused silica glass optical waveguide film made of buffer layer (2b) and core layer (3b).

(c) Then, the undesired portion of core layer (3b) is removed by means of a reactive ion etching method, forming core ridges (3c).

(d) Finally, in deposition of clad glass layer (4) having the same refractive index as that of the buffer layer to cover cores (3c), the flame hydrolysis reaction is used again. It is also possible to make use of a sputtering method with a SiO_2 plate as the target.

Figure 6 is a diagram illustrating in detail the method for depositing the fine glass particle layer that plays an important role in the manufacturing process shown in Figure 5. In the figure, (1) represents substrate; (10) represents a torch for forming the fine glass particles; (10a) represents an oxygen/hydrogen flame; and (11) represents a gas exhaust pipe. SiCl_4 or another glass forming feed gas fed into fine glass particle forming torch (10) is subjected to a flame hydrolysis reaction in oxygen/hydrogen flame (10a) comprising O_2 gas and H_2 gas to form fine glass particles. Together with the oxygen/hydrogen flame, the formed fine glass particles are blown onto the surface of the substrate so that a fine glass particle layer is deposited on substrate (1). Excess fine glass particles that do not attach to substrate (1) are exhausted through gas exhaust tube (11). Torch (10) and substrate (1) experience relative movement by means of a torch driving device or a substrate driving device (not shown in the figure). In this way, a fine uniform glass particle layer is deposited. Also, during deposition, by changing the concentration of the dopant (GeCl_4 or TiCl_4) for reducing the refractive index in the glass forming

feed gas, it is possible to separately form the buffer layer and core layer.

The fused silica glass optical waveguide manufactured using the conventional manufacturing method illustrated in Figures 5 and 6 has a transmission loss as low as 0.1 dB/cm or less, and it has excellent productivity and weatherability. It is excellent for practical use.

Problems to be solved by the invention

In the aforementioned conventional manufacturing device for a fused silica glass optical waveguide, the fine glass particles are deposited on substrate (1) as oxygen/hydrogen flame burner (10) is positioned downward in the vertical direction. In this case, since depositing surface (1a) of substrate (1) faces upward, even when gas exhausting tube (11) is positioned, impurities present in the reaction container and fine glass particles that fail to deposit and float in the container and fall onto the surface of substrate (1) and are attached there. This leads to defects in the glass film and degradation in transmission loss.

Means to solve the problems

According to this invention, in order to solve the aforementioned problem, the substrate is positioned above the oxygen/hydrogen flame burner and the depositing surface of the substrate faces downward. By means of this configuration, it is possible to prevent undesired objects present in the reaction container from falling on the surface of the substrate and

attaching. The angle formed between the flow of the spray of the oxygen/hydrogen flame burner and the vertical line is in the range of 0-85°. In other words, it is necessary to have a configuration that ensures an angle of 90-5° between the flow of the oxygen/hydrogen flame burner and the substrate.

When the fine glass particles deposited on the surface of the substrate are well heated by the flame of the burner, the particles are bonded chemically to each other. Consequently, the particles do not float in the [container] upper portion. Even when the depositing surface is positioned facing downward, the particles do not fall off. Also, even when the substrate is held in a fixed position by means of vacuum suction, it is also possible to use a metal fixture to keep it in place.

Figure 1 is a diagram illustrating the basic configuration of this invention. In this figure, (21) represents a seed rod; (22) represents a reaction container; (23) represents a rotating table; and (28) represents a gas exhaust tube. Substrate (24) is attached on the lower side of rotating table (23). By means of oxygen/hydrogen flame (27) sprayed at an upward angle and formed by oxygen/hydrogen flame burner (26) positioned below, fine glass particles are formed, and fine glass particle film (25) is attached and deposited on lower surface (24a) of substrate (24).

Function

In the step of deposition of fine glass particles, the deposition efficiency of the fine glass particles is in the range of 70-90%. Unattached particles are sucked by gas exhaust tube (28), but it is hard to remove the particles completely. Consequently, excess powder float in the reaction container or

are attached to the reaction container. The floating powder in the reaction container and the powder attached to the inner wall are well heated by the flame of the burner as explained in the above, so that the particles are chemically bonded to each other. Consequently, the particles may well fall to the lower side of the reaction container. Consequently, in the conventional method, in which the substrate is positioned with its depositing surface facing upward, despite suction from the exhaust tube, there is still a significant amount of that powder that falls on the deposited film.

In order to avoid this problem, it was found by the present inventors that one may position substrate (24) with its depositing surface (24a) facing downward while substrate (24) is positioned above oxygen/hydrogen flame burner (26). As far as the method for fixing substrate (24) is concerned, as shown in Figure 2, it may be positioned using the vacuum suction method by hollow seed rod (21), or, as shown in Figure 3, it may be fixed by fixture (29) made of metal or a ceramic. As explained in the above, and as shown in Figure 4, the angle between the flow of spray of oxygen/hydrogen flame burner (26) and the vertical line is in the range of 0-85°. In other words, the angle between the flow of the oxygen/hydrogen flame burner and substrate (24) should be in the range of 90-5°.

Application example

As shown in Figure 1, SiCl_4 was fed at a rate of 300 cc/min to burner (26). By means of the oxygen/hydrogen flame, hydrolysis formed fine particles, which were attached and deposited on substrate (24). Substrate (24) is made of silicon

and has a diameter of 12.7 cm. On the periphery of a 1-m-diameter rotating table (23), 20 substrates were set side by side. For fixing of the substrates, the vacuum suction method was adopted. The rotating speed of rotating table (23) was 1 rpm, and powder attachment was performed for 3 h.

As a result, there was no excess powder attached on depositing surface (24a) of substrate (24), and a glass thin film free of defects was formed on substrate (24).

Effect of the invention

As explained in the above, according to this invention, by positioning the substrate, which is to have fine glass particles deposited on it, with its depositing surface facing downward, it is possible to form a glass film with few glass defects on the substrate and [also] free of falling and attaching excess powder during deposition of the fine glass particles. The method is effective to adopt for an optical waveguide with low loss.

Brief description of the figures

Figure 1 is a schematic diagram illustrating a manufacturing device for use preferably in the manufacturing method for the fused silica glass optical waveguide of this invention.

Figures 2 and 3 are schematic diagrams illustrating examples of the attachment structure for the substrate with the depositing surface of the substrate facing downward.

Figure 4 is a schematic diagram illustrating the angle between the oxygen/hydrogen flame burner and the substrate in this invention.

Figure 5 is a diagram illustrating a conventional manufacturing process for the fused silica glass optical waveguide.

Figure 6 is a schematic diagram illustrating the structure of the conventional manufacturing device of the fused silica glass optical waveguide.

- 21 Seed rod
- 22 Reaction container
- 23 Rotating table
- 24 Substrate
- 24a Lower surface of substrate
- 25 Fine glass particle film
- 26 Oxygen/hydrogen burner
- 27 Oxygen/hydrogen flame
- 28 Gas exhaust tube
- 29 Fixture made of metal or a ceramics

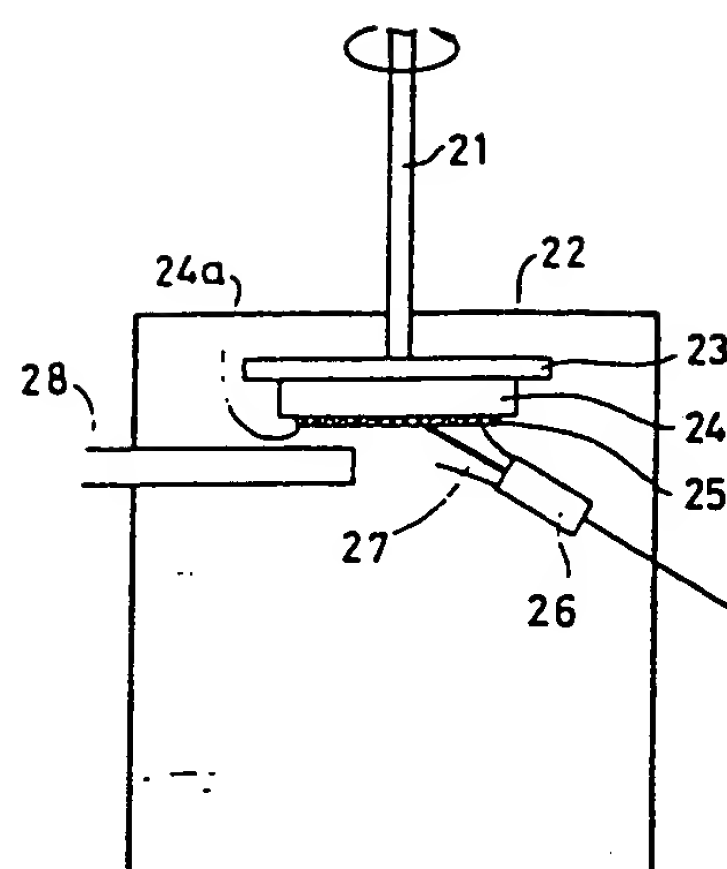


Figure 1

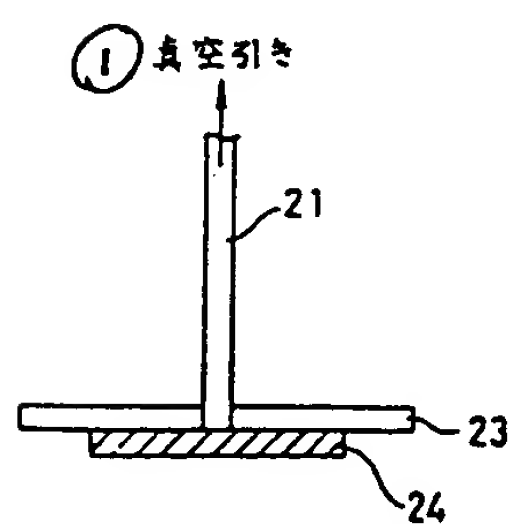


Figure 2

Key: 1 Evacuation

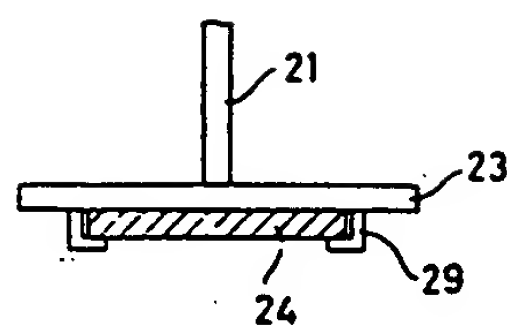


Figure 3

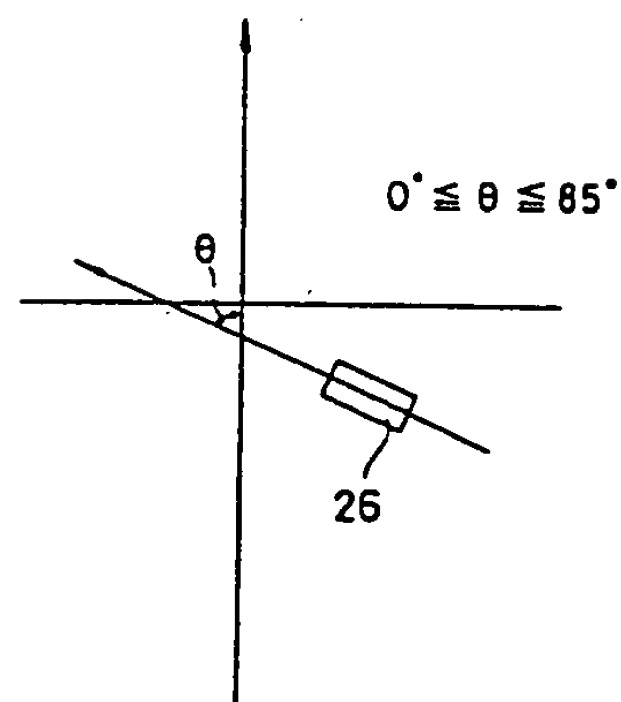


Figure 4

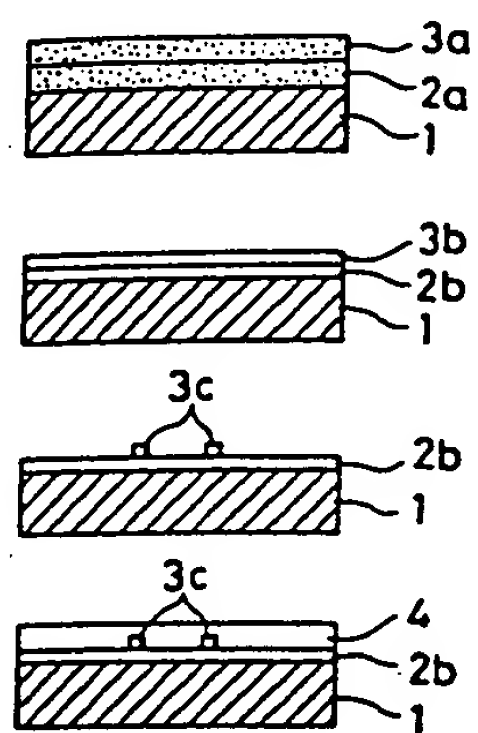


Figure 5

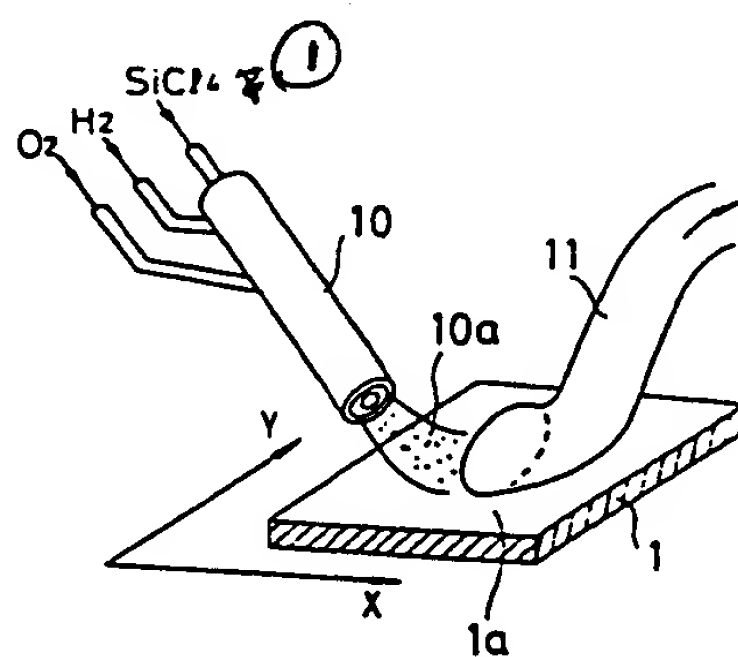


Figure 6

Key: 1 SiCl_4 , etc.

⑩日本国特許庁(JP) ⑪特許出願公開
⑫公開特許公報(A) 平4-74728

⑨Int. Cl.⁸
C 03 B 19/01
G 02 B 6/12

識別記号 庁内整理番号
M 6971-4G
7036-2K

⑬公開 平成4年(1992)3月10日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全5頁)

⑭発明の名称 石英系光導波路の製造方法および装置

⑮特 願 平2-182800

⑯出 願 平2(1990)7月12日

⑰発 明 者 伊 藤 真 澄 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社
横浜製作所内

⑱発 明 者 相 川 晴 彦 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社
横浜製作所内

⑲発 明 者 金 森 弘 雄 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社
横浜製作所内

⑳出 願 人 住友電気工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

㉑代 理 人 弁理士 谷 義 一

明 細 書

1. 発明の名称

石英系光導波路の製造方法および装置

2. 特許請求の範囲

(1) 酸水素火炎バーナにガラス原料を投入して合成されたガラス微粒子を、基板に直接堆積させた後、この堆積膜を高温で透明ガラス化することにより、前記基板上に石英ガラス膜を合成する石英系光導波路の製造方法において、

前記ガラス微粒子を堆積させる基板を前記酸水素バーナより上方に配置するとともに前記基板の堆積面を下方に向けて配置し、

前記酸水素バーナは、バーナの噴出の流れ方向が鉛直方向に対して0°～85°の範囲の角度になるように配置することを特徴とする石英系光導波路の製造方法。

(2) 基板上のガラス微粒子堆積膜を高温で透明ガラス化して前記基板上に石英ガラス膜を合

成する石英系光導波路の製造方法に用いる装置であって、ガラス原料を投入して合成されたガラス微粒子を基板の堆積面に噴射する酸水素火炎バーナと、前記基板を支持するシード棒とを有してなり、前記ガラス微粒子を基板に直接堆積させる石英系光導波路の製造装置において、

前記ガラス微粒子を堆積させる基板が前記酸水素バーナより上方に配置されるとともに前記基板の堆積面が下方に向けて配置され、

前記酸水素バーナが、バーナの噴出の流れ方向が鉛直方向に対して0°～85°の範囲の角度になるように配置されていることを特徴とする石英系光導波路の製造装置。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は、平面導波路型の光部品の一つである石英系光導波路の製造方法および装置に関するものである。

[従来の技術]

周知のように、石英ガラス基板やシリコン基板の上に形成可能な石英系光導波路は、石英系ファイバとの整合性が良いことから実用的な導波路光部品の実現手段として期待されている。

第5図は、石英系光導波路の従来の製造方法を説明するための工程図である。この石英系光導波路の製造方法を図面を参照して工程順に説明すると、

(a) SiCl_4 を主成分とするガラス形成原料ガスの火炎加水分解反応により、基板1上にバッファ用ガラス微粒子層2a、コア用ガラス微粒子層3aを順次堆積する。

(b) 次に、両ガラス微粒子層2a、3aを

酸水系炎とともに基板表面に吹き付けられ、基板1上にガラス微粒子層が堆積される。この時、基板1に付着しなかった余剰のガラス微粒子は、排ガスとともに排気管11を経て排出されることになる。トーチ10と基板1はトーチ移動装置または基板移動装置（図示せず）により相対運動せしめられており、これによって膜面内に一様なガラス微粒子層が堆積される。また、堆積期間中にガラス形成原料ガス中の屈折率抑制用ドーパント（ GeCl_4 、 TiCl_4 ）の濃度を変化させることにより、バッファ層とコア層を区別して形成することができる。

第5図、第6図にて説明した従来の製造方法で得られた石英系光導波路は、 0.1 dB/cm 程度以下の低伝搬損失を有し、生産性や耐候性も高く、実用性に優れている。

[発明が解決しようとする課題]

前記従来の石英系光導波路の製造装置では、

基板1とともに電気炉中で加熱透明化して、バッファ層2b、コア層3bとからなる石英系光導波膜を形成する。

(c) 続いて、コア層3bの不要部分を反応性イオンエッチング法により除去して、リッジ状のコア層3cを形成する。

(d) 最後に、コア層3cを覆うようにバッファ層と同等の屈折率値を有するクラッド層ガラス層4の堆積には、再度、火炎加水分解反応を利用するか、または、 SiO_2 板をターゲットとするスパッタ法を利用する等の方法が用いて行なう。

第6図は、第5図の製造工程で重要な役割を果たすガラス微粒子層の堆積方法をさらに詳しく説明する図である。図中、符号1は基板、10はガラス微粒子合成トーチ、10aは酸水系炎、11は排気管である。ガラス微粒子合成トーチ10に送り込まれた SiCl_4 等のガラス形成原料ガスは、 O_2 ガス、 H_2 ガスにより構成される酸水系炎10a内で火炎加水分解反応を受け、ガラス微粒子が合成される。合成されたガラス微粒子は

酸水系バーナ10を鉛直下方向に向けて基板1にガラス微粒子を堆積させていた。この場合、基板1の堆積面1aが上方に向いているため、排気管11が設けられていても、反応容器内に存在する不純物および堆積せずに反応容器内に存続しているガラス微粒子が、基板1の表面に落下、付着することがある。これは、ガラス膜の欠陥の原因となり、伝送損失を劣化させることとなる。

[課題を解決するための手段]

本発明では、前記課題を解決するために、基板を酸水系バーナ上方に配置するとともに基板の堆積面を下方に向けて配置する。この構成を採用することによって、反応容器内に存在する不要な物体が基板の表面に落下し、付着する可能性を防止することができる。この場合、酸水系バーナの噴出の流れが鉛直線に対して成す角度が、 $0^\circ \sim 85^\circ$ の間、あるいは、酸水系バーナの流れと基板との成す角度が $90^\circ \sim 5^\circ$ の間であるように配置されることが必要である。

基板2
バーナ火
子同士が
すること
ても落下
吸着法に
固定して
第1図
符号21
3は回転
基板24
らに下方
される斜
ガラス微
ガラス微

[作用]
ガラス
粒子の堆
れなかつた

26の噴
 $0^\circ \sim 85^\circ$
流れと基板
であるよう

[実施例]
第1図
 0.0 dB/cm
解させ、微
積させた。

7 cm の
3の外周に
法を用いた
で、3時
その結
と余分の微
ガラス導波

[発明の
以上説明

加熱透明化して、バ
からなる石英系光導波

3 bの不要部分を反応
り除去して、リッジ状

3 cを覆うようにパッ
有するクラッド層ガラ
火炎加水分解反応を利
、板をターゲットとす
り方法が用いて行う。

造工程で重要な役割を
積方法をさらに詳しく
符号1は基板、10は
10 aは酸水素炎、1
微粒子合成トーチ10
等のガラス形成原料ガ
により構成される酸水
解反応を受け、ガラス
されたガラス微粒子は

方向に向けて基板1に
いた。この場合、基板
1にいて、排気管
反応容器内に存在する
反応容器内に浮遊してい
の表面に落下、付着す
ラス膜の欠陥の原因と
ることとなる。

手段]

1を解決するために、基
置するとともに基板の
置する。この構成を採用
容器内に存在する不要な
し、付着する可能性を防
の場合、酸水素バーナ
して成す角度が、0°
酸水素バーナの流れと

基板表面に付着堆積させるガラス微粒子は、
バーナ火炎により十分加熱されることによって粒
子同士が化学的に結合しているため、上方に浮遊
することがなく、それゆえ、堆積面を下方に向け
ても落下等の恐れは全くない。なお、基板は真空
吸着法により固定してもよく、金属製の止め具で
固定してもよい。

第1図に本発明の基本的構成を示す。図中、
符号21はシード棒、22は反応容器であり、2
3は回転テーブルであり、28は排気管である。
基板24を回転テーブル23の下方に固定し、さ
らに下方に配置した酸水素バーナ26により形成
される斜め上方に噴出する酸水素火炎27により
ガラス微粒子を合成し、基板24の下面24 aに
ガラス微粒子膜25を付着させ、堆積させる。

[作用]

ガラス微粒子の堆積工程において、ガラス微
粒子の堆積効率は、70～90%であり、付着さ
れなかった粒子は、排気管28より吸引されるが、

26の噴出の流れが鉛直線に対して成す角度が、
0°～85°の間、換言すれば、酸水素バーナの
流れと基板24との成す角度が90°～5°の間
であるように配置されることが必要である。

[実施例]

第1図において、バーナ26にSiCl₄、3
00 c c / 分を投入し、酸水素火炎により加水
分解させ、微粒子を生成させ、基板24に付着、堆
積させた。基板24はシリコン製で、直径12.
7 cmのものを、直径1 mの回転テーブル2
3の外周に20枚並べた。基板の固定は真空吸着
法を用いた。回転テーブル23の回転数は1 r p
mで、3時間、操付けを行った。

その結果、基板24の堆積面24 aに付着し
た余分の煤は全くなく、基板24上に欠陥のない
ガラス薄膜が得られた。

[発明の効果]

以上説明したように、本発明によれば、ガラ

完全に取り除くことは困難である。そのため余分
の煤が反応容器内に浮遊し、また、反応容器の内
壁に付着する。このような反応容器内の浮遊煤や、
内壁に付着している煤は、前記したようにバーナ
火炎により十分加熱されることによって粒子同士
が化学的に結合しているため、反応容器の下方に
落下する可能性が高い。したがって、従来のよう
に、基板をその堆積面を上方に向けて配置してい
る場合、排気管の吸引があるにもかかわらず、堆
積面上に余分の煤が落下することは十分に考えら
れる。

これを避けるためには、基板24を酸水素バー
ナ26の上方に配置するとともに、基板24の
堆積面24 aを下に向けて配置させればよいこと
に、本発明者らは気が付いた。基板24の固定方
法は、第2図に示したように、中空なシード棒2
1による真空吸着法によるか、第3図に示したよ
うに、金属あるいはセラミックス製の止め具29
を用いるかすれば問題はない。この場合、前記し
たように、第4図に示すように、酸水素バーナ

ス微粒子を堆積させる基板を酸水素バーナの上方
に基板の堆積面を下方に向けて配置させることに
より、基板上にガラス微粒子を堆積させている間
に余分の煤が落下、付着することがなくなり、基
板上にガラス欠陥の少ないガラス膜を得ることが
可能となり、低損失な光導波路の作製に適用する
に有効である。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の石英系光導波路の製造方法
に好適な製造装置の概略構成図、

第2図および第3図はそれぞれ本発明におい
て基板をその堆積面を下に向けて固定する構造例
を示す概略構成図、

第4図は本発明における酸水素バーナの基板
に対する配置角度を説明するための概念図、

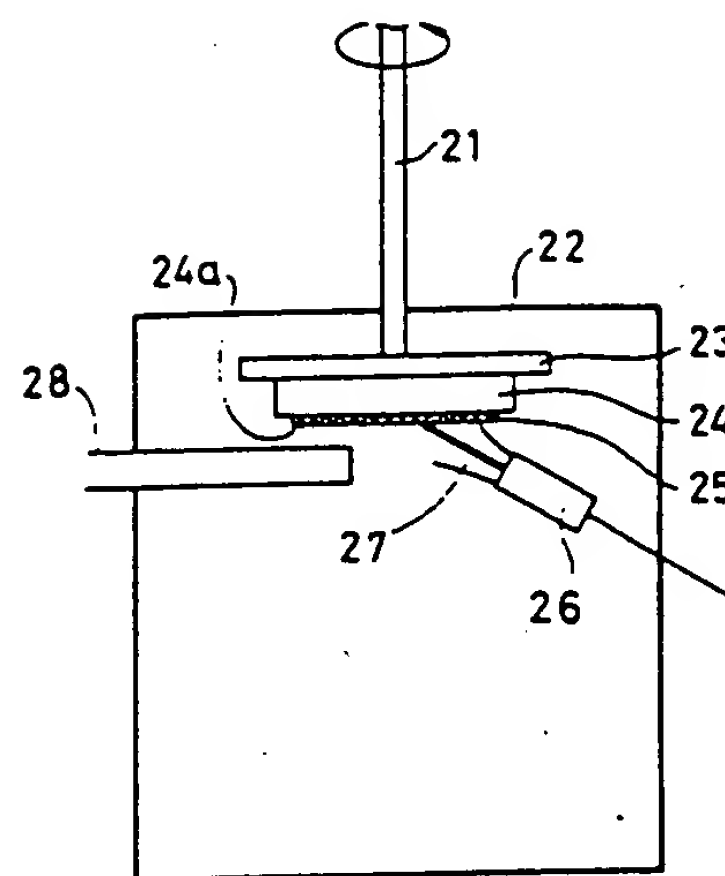
第5図は従来の石英系光導波路の製造工程図、

第6図は従来の石英系光導波路の製造装置の
概略構成図である。

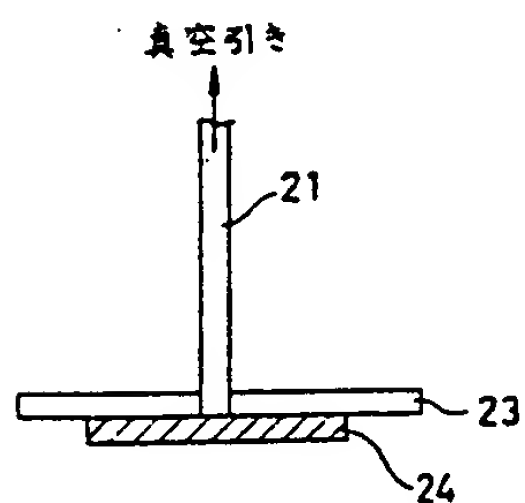
21・・・シード棒、

- 22・・・反応容器、
- 23・・・回転テーブル、
- 24・・・基板、
- 24a・・・基板の下面、
- 25・・・ガラス微粒子膜、
- 26・・・酸水素バーナ、
- 27・・・酸水素火炎、
- 28・・・排気管、
- 29・・・金属あるいはセラミックス製の止め具。

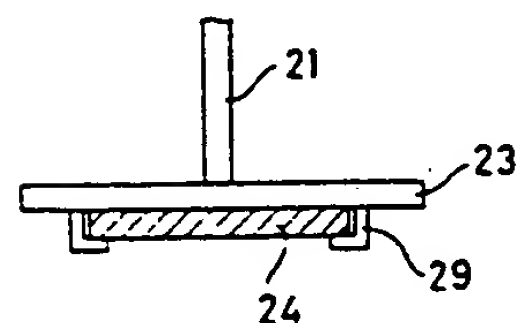
特許出願人 住友電気工業株式会社
代理人弁理士 谷 義一



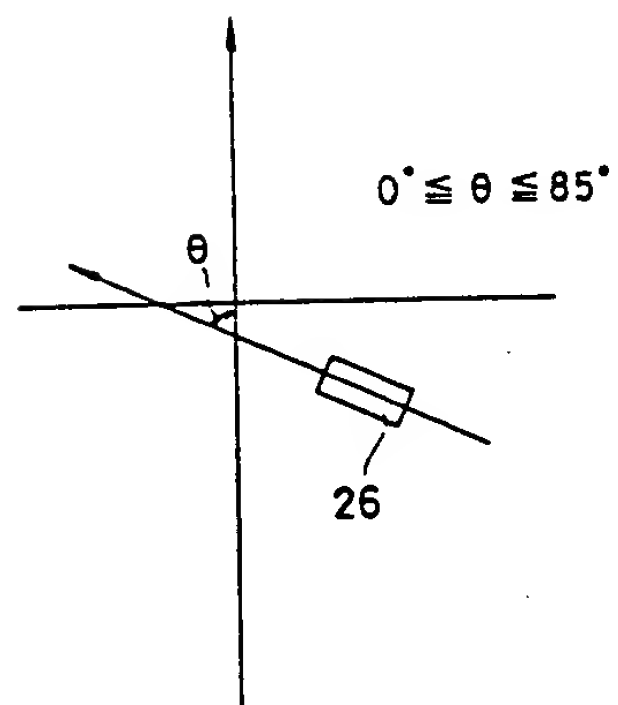
第 1 図



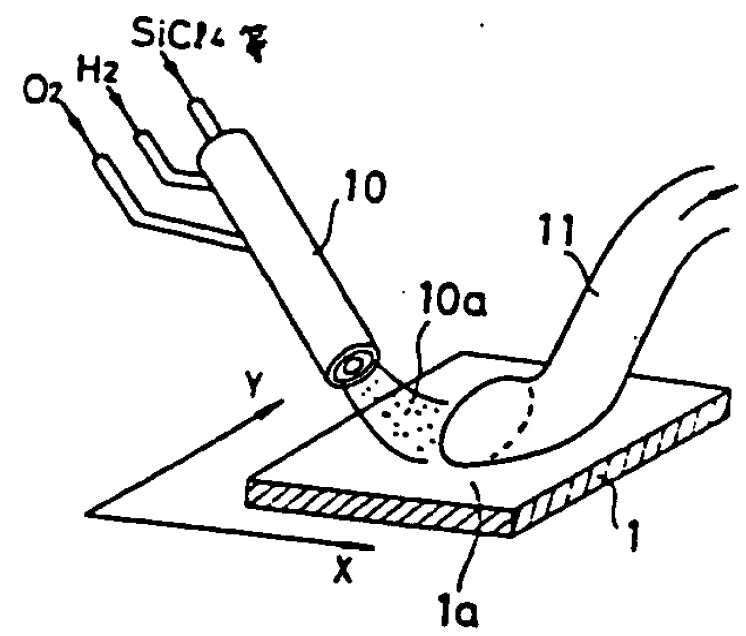
第 2 図



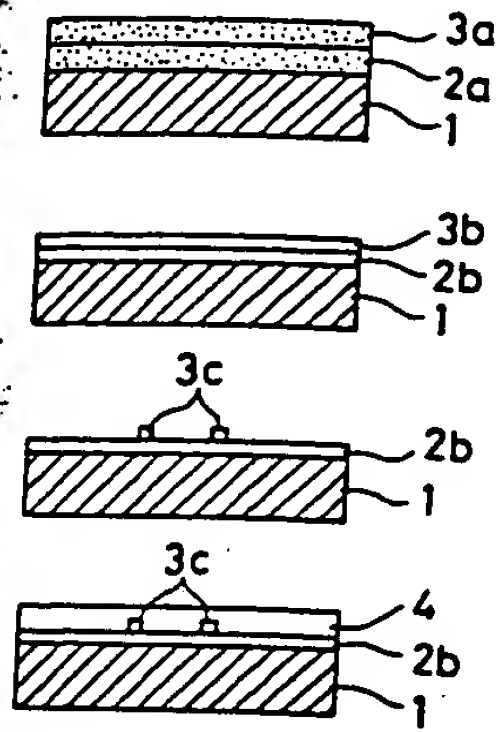
第 3 図



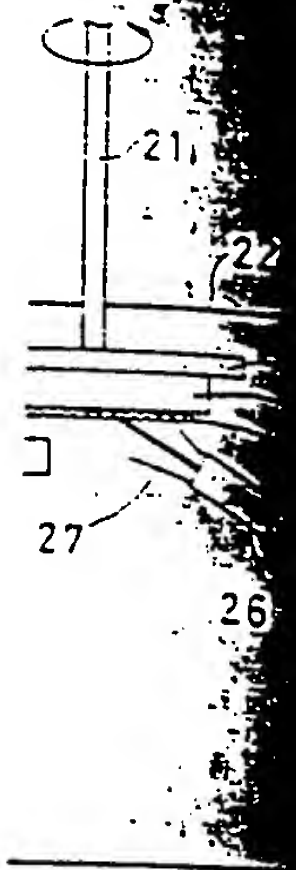
第 4 図



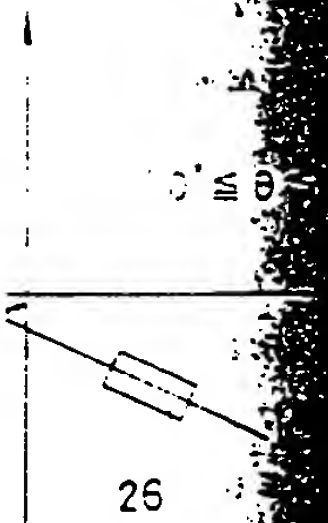
第 6 図



第 5 図



第 1 図



第 4 図